รายงานการวิจัย

การศึกษาศักยภาพของต้นปาล์มหมดอายุเพื่อเป็นชีวมวลอัดแท่ง

A Study of Unproductive Palm Tree for Biomass Pellets

เสน่ห์ รักเกื้อ Sanae Rukkur

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2562

รายละเอียดโครงการ

1. **ชื่อโครงการวิจัย :** การศึกษาศักยภาพของต้นปาล์มหมดอายุเพื่อเป็นชีวมวลอัดแท่ง

   A Study of Unproductive Palm Tree for Biomas Pellets

2. **คณะผู้วิจัย บทบาทของนักวิจัยแต่ละคนในการทำวิจัยและสัดส่วนที่ทำการวิจัย (%):**

   หัวหน้าโครงการ นายเสน่ห์ รักเกื้อ สัดส่วนการทำวิจัย 100%

3. **ประเภทของการวิจัย :** การวิจัยประยุกต์

4. **สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย :**

   สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

   กลุ่มวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์

5. **ทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2561 จากงบประมาณเงินรายได้ :** 35,000 บาท

6. **ระยะเวลาทำการวิจัย :** 1 ตุลาคม 2561 – 30 กันยายน 2563

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำองค์ความรู้จากการเรียนการสอนมาพัฒนาเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้แก่เกษตรกร และพัฒนาองค์ความรู้ทางวิชาการมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่สังคม

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยการร่วมมือและเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากหลายท่าน ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมถึงครูบาอาจารย์ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดูตลอดจนส่งเสริมการศึกษาและให้กำลังใจเป็นอย่างดี อีกทั้งขอขอบคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสารและงานวิจัยทุกท่านที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาอ้างอิงในการทำวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ต่อไป หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

บทคัดย่อ

ในขณะที่พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ไป แต่ก็ก่อให้เกิดปัญหาจากเศษวัสดุจากปาล์มต่างๆ ได้แก่ ทลายปาล์ม กิ่ง ก้าน ใบ รวมถึงต้นปาล์มที่ใกล้หมดอายุซึ่งจำเป็นต้องโค่นเนื่องจากจะให้ผลผลิตน้อยลง ไม่คุ้มกับการลงทุน จึงจำเป็นต้องโค่นทำลายเพื่อทำการปลูกใหม่ การโค่นทำลายในปัจจุบันใช้วิธีโค่นด้วยเลื่อยยนต์ ดันด้วยรถแทรกเตอร์ ข่มด้วยรถแบคโฮ หรือใช้สารเคมีกำจัด ซึ่งทำได้ยากและเสี่ยงแล้วปล่อยไว้ให้ผุเปื่อยไปเองหรือเผาทิ้งซึ่งไม่สามารถทำลายได้หมดเพราะปาล์มมีความชื้นสูงมาก และยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอีกด้วย นอกจากนี้ต้นปาล์มที่โค่นล้มกองรวมไว้เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและศัตรูพืชของต้นปาล์มน้ำมัน รวมทั้งอาจเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ เช่น ปลวก หนู และงู อาจเป็นอันตรายแก่เกษตรกรได้ และยังกีดขวางทางในสวนปาล์ม ทำให้ขนย้ายทะลายปาล์มในสวนได้อย่างลำบาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาศักยภาพของต้นปาล์มที่เพื่อการต่อยอดและนำไปสู่การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ต้นปาล์มหมดอายุซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์แทนการทิ้ง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำทรัพยากรต้นปาล์มหมดอายุมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรจากการขายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ABSTRACT

While the area of oil palm plantations tends to expand rapidly and continuously, the problem from scraps from various palm materials is still, i. e. the destruction of palm branches, branches, and expired palm trees that need to be cut down due to less productive which is not worth for the investment. Therefore necessary to overthrow in order to grow again thhe current felling method used is the felling method by a saw motor or using chemicals to eliminate that cause difficult and risky and then let it decay by itself or burn it which cannot be completely destroyed because the palm has very high humidity and it also cause of air pollution. Palm trees that have been submerged are included as a breeding ground for germs and pests of oil palm trees and may be the habitat of various animals such as termites, rats and snakes may be harmful to farmers. It also obstructs the path in the palm plantation which makes it difficult to transport the palm bunches in the garden.

Therefore, this research focuses on the study on the potential of the unproductive parm tree as the biomass leading to research for utilizing expired palm trees which are agricultural waste. To use agricultural waste to be useful instead of dumping. In order to create more value and use expired palm tree resources with maximum efficiency, generating income for farmer by selling agricultural waste materials. The benefits of this research can be considered as an alternative way to maximize the use of agricultural waste.

สารบัญ

หน้า

รายละเอียดโครงการ ii

กิตติกรรมประกาศ iii

บทคัดย่อ iv

สารบัญ vi

สารบัญตาราง viii

สารบัญภาพ ix

บทที่ 1 บทนำ

- ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
- ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
- ผลสำเร็จของโครงการวิจัย 3

บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- ปาล์มน้ำมัน 4
- การโค่นทำลายต้นปาล์ม 7
- เครื่องย่อยต้นปาล์มหมดอายุ 9
- รถแทรกเตอร์ 11
- ระบบถ่ายกำลัง 30
- พลังงานชีวมวล 35
- องค์ประกอบของชีวมวล 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- ขั้นตอนการเตรียมชีวมวลอัดแท่ง 42
- กลุ่มที่ศึกษา 39
- การเก็บรวบรวมข้อมูล 39

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

- การใช้ประโยชน์จากต้นปาล์มหมดอายุ 45
- การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ 46
- องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลจากต้นปาล์มหมดอายุ 46
- การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ 47

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

- สรุปผลการวิจัย 48
- ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 48

เอกสารอ้างอิง 49

ภาคผนวก 50

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อเปรียบเทียบวิธีการโค่นทำลายต้นปาล์ม	9
2.2	ขนาดของแทรกเตอร์ที่ใช้กับไถหัวหมู	28
4.1	องค์ประกอบของชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ	47

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	การโค่นล้มต้นปาล์มโดยวิธีการฉีดสารเคมีเข้าลำต้น	8
2.2	การโค่นล้มต้นปาล์มโดยวิธีการใช้เครื่องจักรล้มและหั่นต้นปาล์ม	8
2.3	เครื่องย่อยปาล์ม	10
2.4	กระบวนการย่อยต้นปาล์มหมดอายุ	11
2.5	แทรกเตอร์คันแรกที่ใช้เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน	12
2.6	แทรกเตอร์ใช้เครื่องยนต์ลากจูงไอน้ำ	13
2.7	แทรกเตอร์ชนิดล้อหน้าแบบคู่	17
2.8	แทรกเตอร์แบบเพลาล้อหน้ากว้างและปรับขยายได้	17
2.9	แทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ ขับเคลื่อนล้อหลังแบบมาตรฐาน	18
2.10	แทรกเตอร์แบบเพลาสูง	18
2.11	แทรกเตอร์แบบท้องต่ำ	19
2.12	แทรกเตอร์ชนิดล้อตีนตะขาบ	21
2.13	แทรกเตอร์ล้อตีนตะขาบชนิดยาง	21
2.14	แทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ โดยที่ล้อหน้าเป็นล้อช่วย	22
2.15	แทรกเตอร์ขับเคลื่อนชนิด 4 ล้อจริง	22
2.16	แบบของการหันเลี้ยวของแทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อน 4 ล้อ	23
2.17	การหันเลี้ยวของแทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อน 4 ล้อ	23
2.18	รถแทรกเตอร์ชนิดใช้ในสวนผลไม้	25
2.19	แทรกเตอร์ชนิดใช้ งานในสนามหญ้า	25
2.20	แผงหน้าปัทม์ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ของแทรกเตอร์ในปัจจุบัน	26
2.21	พวงมาลัยแทรกเตอร์ในปัจจุบันสามารถปรับสูง-ต่ำได้	26
2.22	ที่นั่งคนขับของแทรกเตอร์ในปัจจุบัน	27

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.23	ส่วนประกอบของเพลาอำนวยกำลัง	30
2.24	โซ่ส่งกำลัง	30
2.25	เฟืองตรง	32
2.26	เฟืองเฉียง	33
2.27	เฟืองดอกจอก	33
2.28	เฟืองเกลียวสกรู	34
2.29	เชื้อเพลิงชีวมวลและชีวมวลอัดแท่ง	36
2.30	เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด	40
3.1	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	41
3.2	เตรียมชีวมวล	42
3.3	นำชีวมวลผสมกับน้ำ	42
3.4	นำชีวมวลใส่ในเครื่องอัดเม็ดชีวมวล	43
3.5	การทำงานของเครื่องอัดชีวมวล	43
3.6	วัตถุดิบออกจากเครื่องอัดเชื้อเพลิงชีวมวล	44
3.7	นำชีวมวลอัดแท่งไปตากแดด	44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยเพิ่มจาก 1.5 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2541 เป็น 4.1 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2553 โดยภาคใต้ของประเทศไทยมีเนื้อที่ในการปลูกปาล์มน้ำมันยืนต้นกว่า 3 ล้านไร่ โดยจังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกมากที่สุด คือ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และนครศรีธรรมราชตามลำดับ ความต้องการน้ำมันปาล์มเพื่อประกอบอาหารทั้งในประเทศและในตลาดโลกก็ยังเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปาล์มให้ผลผลิตน้ำมันมากกว่าพืชน้ำมันอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง มะพร้าว ละหุ่งงา และดอกทานตะวัน เมื่อใช้พื้นที่ปลูกเท่ากัน จึงมีต้นทุนต่ำกว่า สามารถแข่งขันกับน้ำมันชนิดอื่นได้ในตลาดโลก ปาล์มทะลายที่เกษตรกรขายเพื่อนำไปผลิตน้ำมันปาล์มดิบก็มีราคาดีติดต่อกันมาหลายปี ทำให้เกษตรกรเชื่อมั่นว่าปาล์มน้ำมันในอนาคตจะมีราคาดีเพราะมีความต้องการทั้งตลาดอาหารและพลังงาน ทำให้พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศจึงอยู่ในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง แต่สิ่งที่มองข้ามไป คือ เศษวัสดุจากปาล์มต่างๆ ทั้งทลายปาล์มเปล่าที่กองรวมกันอยู่ที่โรงหีบน้ำมันปาล์ม กิ่งและก้านใบที่กองอยู่ในสวนของเกษตรกร รวมถึงต้นปาล์มที่ใกล้หมดอายุและต้องตัดฟันเมื่ออายุครบ 25 ปี ซึ่งปัจจุบันยังมิได้มีการใช้ประโยชน์ การทำลายต้นปาล์มที่หมดอายุในปัจจุบันใช้วิธีการโค่นทิ้งแล้วปล่อยไว้ให้ผุเปื่อยไปเองหรือเผาทิ้งซึ่งไม่สามารถทำลายได้หมดเพราะปาล์มมีความชื้นสูงมาก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอีกด้วย

ปัจจุบัน มีการนำเนื้อไม้ส่วนลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันที่หมดอายุการให้ผลผลิตแล้ว ซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งทางการเกษตรมาสร้างเป็นไม้แผ่นสำเร็จรูป ที่มีคุณสมบัติสวยงามด้วยลายไม้เฉพาะตัวตามธรรมชาติของต้นปาล์ม และมีความแข็งแรงจนสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุตกแต่งบ้าน หรือ เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ของใช้ อาทิเช่น กล่องบรรจุภัณฑ์อาหาร ขนม ฯลฯ

พลังงานชีวมวลกำลังได้รับความนิยมและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นในต่างประเทศมีผลมาจากพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) ต่อท้ายอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ซึ่งกำหนดให้ประเทศที่ลงนามลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปัจจุบันหลายประเทศมีนโยบายผลักดันเพื่อเพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนมาก

ยิ่งขึ้น เช่น สหภาพยุโรปกำหนดเป้าหมายให้ใช้พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 20 ภายใน พ.ศ. 2563 นอกจากนี้รัฐบาลของบางประเทศกำหนดนโยบายให้โรงไฟฟ้าถ่านหินใช้เชื้อเพลิงพลังงานทดแทนผสมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ขณะนี้ประเทศเกาหลีและประเทศญี่ปุ่นเป็นลูกค้ารายใหญ่ของไทยซึ่งมีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวลสูงมากขึ้นเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศเนื่องจากมีนโยบายต้องการลดปริมาณการใช้ถ่านหินและการยกเลิกโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
พลังงานชีวมวล เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหานี้และช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับปาล์มหมดอายุ ซึ่งเป็นพลังหมุนเวียนที่สะอาด มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เนื่องจากมีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงประเภทอื่นที่มาจากฟอสซิล ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและลดภาวะโลกร้อน นอกจากนี้การนำวัตถุดิบที่มีอยู่มาใช้ถือเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มจากการขายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานหนึ่ง อีกทั้ง

งานวิจัยเป็นการศึกษาศักยภาพการผลิตชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ โดยมุ่งเน้นการนำต้นปาล์มหมดอายุที่เป็นวัสดุของเสียทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงความร้อน อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปาล์มและสร้างรายได้แก่ชาวสวน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการและใช้ประโยชน์จากวัสดุของเสียทางการเกษตร

1.2.2 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุของเสียทางการเกษตร

1.2.3 ประเมินศักยภาพของการผลิตชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลจากต้นปาล์มหมดอายุ

1.3.2 ศึกษาศักยภาพของต้นปาล์มหมดอายุในการผลิตชีวมวลอัดแท่ง

1.4 ผลสำเร็จของโครงการวิจัย

1.4.1 ประโยชน์ที่ได้รับ

- แนวทางการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
- เผยแพร่องค์ความรู้และถ่ายทอดผลงานวิจัยแก่กลุ่มเกษตรกร หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจ
- เผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการและวารสารระดับชาติและ/หรือนานาชาติ

1.4.2 หน่วยงานที่จะนำไปใช้ประโยชน์

- คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- เกษตรกร สถานศึกษา อุตสาหกรรมยางพารา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจ

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและเป็นพืชยืนต้น (perennial crop) ได้จำแนกปาล์มน้ำมันให้อยู่ในวงศ์ (family) Palmae หรือ Arecaceae (monocotyledon) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่ช่วงเวลาการออกดอกจะไม่พร้อมกันเป็นพืชดิ–พลอยด์มีจำนวนโครโมโซม 2n=2x=32 และในสกุล (genus) Elaeis ประกอบด้วยปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด (species) ได้แก่ ปาล์มน้ำมันชื่อวิทยาศาสตร์ Elaeis guineensis Jacq. ในปัจจุบันเป็นพันธุ์ปลูกเพื่อการค้าเดิมมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก คำว่า Elaeis มีความหมายตรงกับคำ elaion ซึ่งแปลว่าน้ำมัน ส่วนคำว่า guineensis มีความหมายว่า แหล่งรวบรวมอยู่ที่ประเทศ Guinea แอฟริกาตะวันตก ลักษณะของปาล์มน้ำมัน E guineensis ให้ผลผลิตทะลายสูง มีน้ำหนักผล เปลือกนอกต่อผลและผลผลิตน้ำมันสูงส่วนอีก species หนึ่งคือปาล์มน้ำมัน ชื่อวิทยาศาสตร์ Elaeis oleifera มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้และอเมริกากลาง ลักษณะต้นเตี้ยและต้านทานต่อโรคตาเน่า (Lethal bud rot) เปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (unsaturated fatty acid) ค่าไอโอดีนสูง (iodine value) ประมาณ 77–78% รวมทั้งมีวิตามินเอและวิตามินอีสูงแต่ให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันน้อยกว่าปาล์มน้ำมัน E.guineensis ปัจจุบันมีประโยชน์ในการเป็นเชื้อพันธุกรรมสำหรับปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมข้ามระหว่าง

ส่วนประกอบของต้นปาล์มน้ำมัน

- **ราก**

ปาล์มน้ำมันมีระบบรากฝอย รากอ่อนจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2–4 เดือน รากอ่อนจะหยุดเจริญเติบโตและหายไป ระบบรากจริงจะงอกจากส่วนฐานของลำต้น ต้นปาล์มที่เจริญเติบโตเต็มที่นั้นประกอบด้วย รากแรกที่หยั่งลึกลงผิวดินช่วยยึดลำต้น

บ้างเล็กน้อยและมีรากสอง สามและสี่ที่แตกแขนงออกมาตามลำดับทอดไปตามแนวนอน จะเป็นระบบรากสานกันอย่างหนาแน่นอยู่บริเวณผิวดินระดับลึก 30–50 เซนติเมตร

ลำต้น

ปาล์มน้ำมันมีลำต้นตั้งตรง มียอดเดี่ยวรูปกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10–12เซนติเมตร สูง 2.5–4 เซนติเมตร ประกอบด้วยใบอ่อนและเนื้อเยื่อเจริญ ต้นปาล์มน้ำมันในระยะ 3 ปีแรกจะเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นลำต้นจะยืดขึ้นปล้องฐานโคนใบและข้อจะปรากฏให้เห็นก็ต่อเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากแล้ว ทางใบจะติดอยู่กับลำต้นอย่างน้อย 12 ปี หรือมากกว่านั้นแล้วเริ่มหลุดจากใบล่างขึ้นไปทางใบบนลำต้นมีการจัดเรียงตัวเวียนตามแกนลำต้น รอบละ 8 ทางใบ 2 ทิศทาง คือเวียนซ้ายและเวียนขวา เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 20–75 เซนติเมตร โดยทั่วไปลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 35–60 เซนติเมตรต่อปี ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ปาล์มน้ำมันมีความสูงได้มากกว่า 30 เมตรและมีอายุยืนนานมากกว่า 100 ปี แต่การปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้า ไม่ควรมีความสูงเกิน 15–18 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40.2 หรืออายุประมาณ 25 ปี

ใบ

ใบของปาล์มน้ำมันเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้างและส่วนก้านทางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้นๆ อยู่ 2 ข้างแต่ละทางมีใบย่อย 100–160 คู่ แต่ละใบย่อยยาว 100–120 เซนติเมตร กว้าง 4–6 เซนติเมตร

ดอก

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้ามเพศ มีดอกเพศเมียและดอกเพศผู้แยกช่อดอกภายในต้นเดียวกัน (monoecious) ที่ตำแหน่งของทางใบมีตาดอก 1 ตา อาจจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศผู้หรือเพศเมีย บางครั้งจะพบว่ามีช่อดอกกะเทยซึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่รวมกัน (hermaphrodite) การบานของดอกปาล์มน้ำมันแต่ละดอกไม่พร้อมกัน การพัฒนาจากระยะตาดอกจนถึงดอกบานพร้อมที่จะรับการผสม (anthesis) ใช้เวลาประมาณ 33–34 เดือน การเปลี่ยนเพศของตาดอก (sex

differentiation) จะเกิดขึ้นในช่วง 20 เดือนก่อนดอกบาน ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่อดอกจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ การผสมเกสรมีลมและแมลงเป็นพาหะ โดยเฉพาะด้วงงวงปาล์มน้ำมัน (Elaeidobius kamerunicus) เป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญหลังจากการผสมเกสร 5–6 เดือน ช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นทะลายที่สุกแก่เต็มที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ ดอกตัวเมียมีกาบหุ้ม (bract) เจริญเป็นหนามยาว 1 อัน กาบรอง (bractiole) 2 แผ่นและมีกลีบดอก (perianth) 2 ชั้น ๆ ละ 3 กลีบ ห่อหุ้มรังไข่ 3 พูไว้ ยอดเกสรตัวเมียมี 3 แฉก เมื่อดอกบานแฉกนี้จะโค้งเปิดออก วันแรกกลีบดอกเป็นสีขาว ตรงกลางมีต่อมผลิตของเหลว เหนียว วันต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพู วันที่ 2–3 ของการบานของดอกจะเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมันวันที่สามเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและวันที่สี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหลังจากผสมเกสรแล้วยอดเกสรตัวเมียจะเปลี่ยนเป็นสีดำและปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่แล้วช่อดอกตัวเมียมีช่อดอกย่อย ประมาณ 110 ช่อและมีดอกตัวเมียประมาณ 4,000 ดอก ดอกตัวผู้ที่เจริญเต็มที่ก่อนที่จะบานมีขนาดกว้าง 1.5–2 มิลลิเมตร ยาว 3–4มิลลิเมตร ถูกห่อหุ้มด้วยกาบหุ้มรูปสามเหลี่ยม 1 แผ่น มีกลีบดอก 2 ชั้น ชั้นละ 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน รวมกันอยู่เป็นท่อตรงกลางดอก อับเกสรตัวผู้มี 2 พู ละอองเกสรจะหลุดจากช่อดอกทั้งหมดภายในเวลา 3 วัน ถ้าอากาศชื้นจะใช้เวลามากขึ้นละอองเกสรจะมีชีวิตอยู่ได้ 7 วัน แต่หลังจากวันที่ 4 ความมีชีวิตจะต่ำลง เมื่อดอกเจริญเต็มที่ช่อดอกย่อยตัวผู้มีขนาดยาว 10–20 เซนติเมตร.หนา 0.8–1.5เซนติเมตร มีลักษณะคล้ายนิ้วมือ ต้นปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่ช่อดอกตัวผู้ 1 ดอกให้ละอองเกสรมีน้ำหนักประมาณ 30–50 กรัม

- **ทะลายปาล์มน้ำมัน**

ทะลายปาล์มน้ำมันประกอบด้วยก้านทะลายช่อทะลายย่อยและผลในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45–70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อสุกแก่เต็มที่ มีน้ำหนักประมาณ 1–60 กิโลกรัม แปรไปตามอายุของปาล์มน้ำมันและปัจจัยสิ่งแวดล้อมแบบการปลูกเป็นการค้าต้องการทะลายที่มีน้ำหนัก 10–25 กิโลกรัม.จำนวนทะลายต่อต้นก็มีความแตกต่างเช่นกัน โดยมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย

- **ผล**

ปาล์มน้ำมันไม่มีก้านผล (sessile drup) รูปร่างมีหลายแบบตั้งแต่รูปเรียวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2–5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3 กรัม จนถึงประมาณ 30 กรัม ประกอบด้วยผิวเปลือกนอก (exocarp) ชั้นเปลือกนอก (mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเส้นใย สีส้มแดงเมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้าโดยทั่วไปพบว่ามีสีผลที่ผิวเปลือกนอก 3 ลักษณะ คือ เมื่อผลดิบเป็นสีเขียว จะเปลี่ยนเป็นสีส้มเมื่อสุก (light reddish–orange) เรียกลักษณะนี้ว่า virescens โดยทั่วไปพบน้อยกว่าแบบที่ 2 เรียกว่า nigrescens ผลดิบมีสีดำ ปลายผลมีสีงาช้างจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อสุกแล้ว (deep reddish–orange)

2.2 การโค่นทำลายต้นปาล์มน้ำมัน

เมื่อปาล์มอายุมากขึ้น ผลผลิตจะลดลงทำให้การเก็บเกี่ยวยากขึ้น เกษตรกรจำเป็นต้องประเมินจุดคุ้มทุนว่าถึงเวลาที่จะปลูกทดแทนหรือไม่ ซึ่งการปลูกทดแทน สามารถดำเนินการได้ 2 วิธี ดังนี้

1) ล้มปาล์ม 100% และปลูกทดแทน 100% วิธีนี้จะทำงานสะดวก แต่เกษตรกรจะขาดรายได้ช่วง 3 ปีแรกของการปลูก

ล้มปาล์ม 50% และปลูกทดแทน 100% โดยจะล้มปาล์ม 50% ส่วนที่เหลืออีก 50% จะล้มเมื่อปาล์มปลูกใหม่มีอายุ 3 ปี วิธีนี้จะมีรายได้จากปาล์มที่เหลืออยู่ 50% เมื่อปาล์มครบอายุ 3 ปี จะได้ผลผลิตจากปาล์มที่ปลูกใหม่

การโค่นล้มต้นปาล์ม

ปัจจุบัน มีการโค่นล้มต้นปาลมต้นเดิม 2 วิธี ดังนี้

1. การใช้สารเคมีฉีดเข้าลำต้น

วิธีการนี้จะใช้สว่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว เจาะบริเวณโคนลำต้นทั้ง 2 ข้างตรงกันกันข้าม (สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร) เอียงทำมุม 15 – 30 องศา โดยเจาะลึกถึงส่วนกลางของลำต้น แล้วใส่พาราควอท อัตรา 150–200 ซีซี โดยสารเคมีดังกล่าวจะทำลายเนื้อเยื่อและระบบท่อลำเลียงของปาล์ม และปาล์มจะตายในที่สุด วิธีการนี้จะลงทุนน้อย แต่เรื่องของการระบาดของด้วง ซึ่งจะวางไข่บริเวณยอดปาล์ม วิธีนี้มีข้อดีคือ ต้นทุนต่ำ แต่จะมีปัญหาการระบาดของด้วงแรด ซึ่งมาอาศัยบริเวณยอดของต้นที่ตาย และจะขยายพันธุ์มากขึ้นซึ่งจะเป็นอันตรายต่อปาล์มที่ปลูกใหม่

รูปที่ 2.1 การโค่นล้มต้นปาล์มโดยวิธีการฉีดสารเคมีเข้าลำต้น
(โครงการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มเพื่อพลังงานชีวภาพอย่างยั่งยืน, 2553)

2. การใช้เครื่องจักรล้มและหั่นต้นปาล์ม

วิธีการนี้จะใช้รถแบคโฮติดใบมีดล้มต้นปาล์มแล้วหั่นเป็นชิ้น ซึ่งต้นปาล์มที่หั่นแล้วสามารถนำมาคลุมโคนต้นที่ปลูกใหม่เพื่อรักษาความชื้นและเพิ่มปริมาณธาตุอาหารอินทรียวัตถุให้กับต้นปาล์มได้อีกทาง แต่ก็พบว่าวิธีการนี้มีปัญหาการระบาดของหนูและด้วงแรดรุนแรง

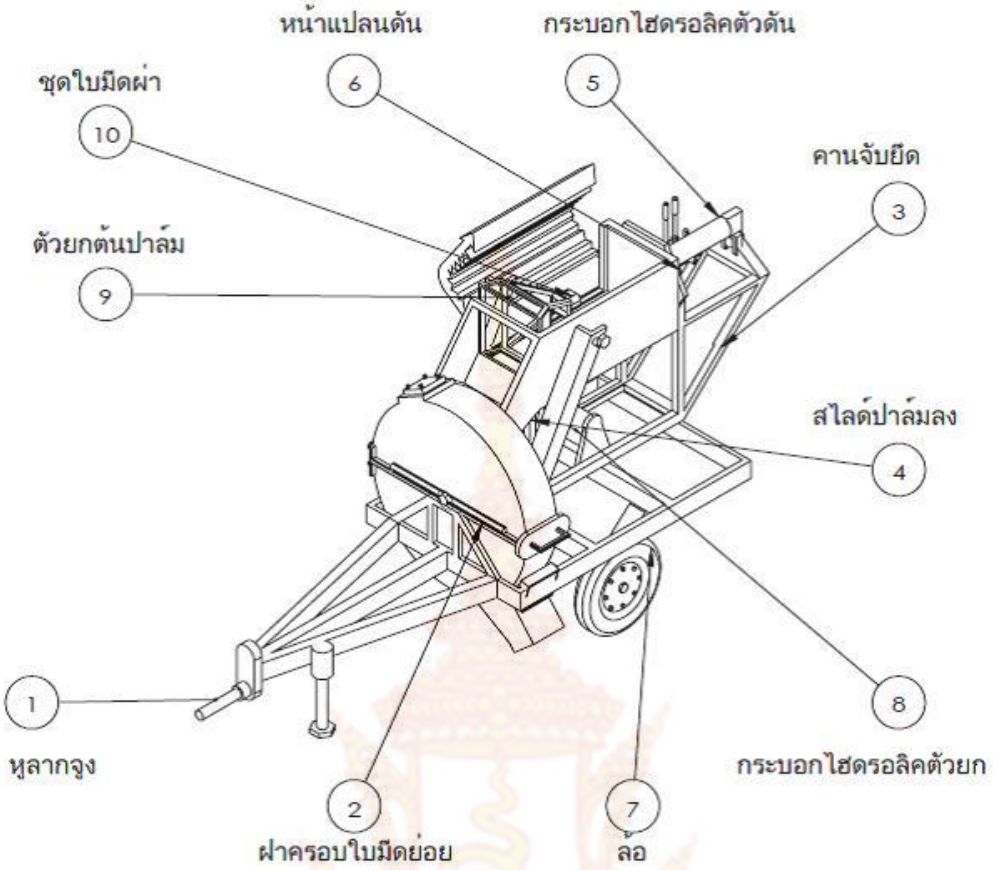
รูปที่ 2.2 การโค่นล้มต้นปาล์มโดยวิธีการใช้เครื่องจักรล้มและหั่นต้นปาล์ม
(โครงการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มเพื่อพลังงานชีวภาพอย่างยั่งยืน, 2553)

ตารางที่ 2.1 ข้อเปรียบเทียบวิธีการโค่นทำลายต้นปาล์ม

เจาะลำต้นใช้สารเคมี	การใช้แบคโฮสับ
– ต้นทุนต้นละ 30 – 40 บาท ไร่ละ 660 บาท – การระบาดของหนูน้อย – การระบาดหนอนด้วงแรดน้อย – เกษตรกรยังมีรายได้บางส่วน – เพิ่มธาตุอาหารให้กับดินน้อย – สะดวกในการดำเนินการแต่ใช้เวลานาน ประมาณ 3 – 4 เดือน	– ต้นทุนต้นละ 150 บาท ไร่ละ 3,300 บาท – การระบาดของหนูรุนแรง – การระบาดหนอนด้วงแรดรุนแรง – เกษตรกรขาดรายได้ – เพิ่มธาตุอาหารให้กับดินมาก – มีความสะดวกในการดำเนินงาน ใช้เวลาน้อย

2.3 เครื่องย่อยต้นปาล์มหมดอายุ

โดยใช้ต้นกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ซึ่งเป็นที่ใช้อย่างแพร่หลายในเกษตรกรสำหรับใช้ในการเตรียมดินเพาะปลูก โดยเครื่องย่อยต้นปาล์มหมดอายุที่ออกแบบประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชุดเครื่องเลื่อยแบ่งท่อนต้นปาล์ม 2) ชุดเครื่องผ่าซีกต้นปาล์มน้ำมัน และ 3) ชุดเครื่องย่อยต้นปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 2.3 เครื่องย่อยปาล์ม

หลักการทำงานของเครื่องย่อยต้นปาล์มหมดอายุ

เครื่องย่อยต้นปาล์มหมดอายุจะรับกำลังในการสับย่อยต้นปาล์ม และขับเคลื่อนระบบไฮดรอลิกส์สำหรับกลไกการป้อน การผ่าซีกต้นปาล์มหมดอายุจากเพลาอำนวยกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ โดยจะนำต้นปาล์มมาตัดแบ่งย่อยให้ได้ขนาดตามต้องการ และทำการป้อนเข้าเครื่องผ่าซีกต้นปาล์ม และส่งต่อไปยังอุปกรณ์ย่อยต้นปาล์มหมดอายุดังแสดงในรูปที่ 2.4

(ก) ต้นปาล์มหมดอายุ (ข) ต้นปาล์มตัดแบ่งย่อยให้ได้ตามขนาด

(ค) ต้นปาล์มผ่าซีก (ง) ต้นปาล์มหมดอายุที่ย่อยแล้ว

รูปที่ 2.4 กระบวนการย่อยต้นปาล์มหมดอายุ

2.4 รถแทรกเตอร์

แทรกเตอร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้ในงานเกษตรกรรมในระยะแรกนั้นเป็นแทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องจักรไอ–น้ำและใช้ ล้อเหล็กซึ่งมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ขีดความสามารถในการใช้งานจำกัดเฉพาะการฉุดลากเท่านั้น ลักษณะการใช้งานจึงเหมือนการใช้แรงสัตว์ต่างกันตรงที่แทรกเตอร์ให้กำลังงานมากกว่า แทรกเตอร์ลักษณะดังกล่าวได้รับการพัฒนาตั้งแต่ปี ค.ศ.1850 สืบเนื่องกันนานถึง 50 ปี ในปี ค.ศ.1856 คำว่า แทรกเตอร์ จึงได้ถูกใช้ในประเทศอังกฤษ โดยมีความหมายว่า เครื่องลากจูง (Traction engine) ต่อมาในปี ค.ศ.1890 คำว่าแทรกเตอร์ ก็ได้ถูกจดลิขสิทธิ์ของเครื่องยนต์ลากจูงด้วยไอน้ำที่ใช้ตีนตะขาบในสหรัฐอเมริกา เนื่องจากรถแทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากจึงมีผู้พยายามนำเอาเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนมาติดตั้งกับแทรกเตอร์ ความพยายามนี้ประสบผลสำเร็จในปี ค.ศ.1890 เมื่อได้ประดิษฐ์แทรกเตอร์ที่ใช้กับเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนสำเร็จ โดยที่มีขนาดและน้ำหนักลดลงแต่ให้กำลังม้าพอๆ กับแทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำ ในปี ค.ศ. 1892 John Froelich ได้ติดตั้งเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจำนวนสูบเพียง 1 สูบ ขนาดกำลังงาน 15

กิโลวัตต์บนโครงของเครื่องยนต์ลากจูงไอน้ำ ซึ่งถือได้ว่าเป็นแทรกเตอร์คันแรกที่ติดตั้งเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (internal combustion) อีกทั้งยังมีความสามารถดังนี้

1) สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง

2) สามารถฉุดลากเครื่องพ่วงท้ายได้

3) สามารถให้กำลังขับด้วยสายพาน

4) มีระบบการตัดต่อการส่งกำลังด้วยคลัตช์

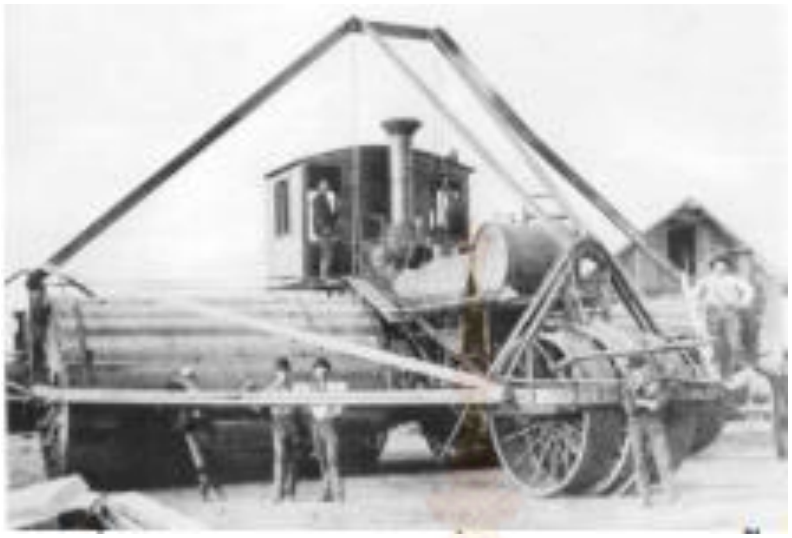
5) มีเกียร์ถอยหลัง

6) สามารถบังคับเลี้ยวได้โดยผู้ควบคุมเอง

รูปที่ 2.5 แทรกเตอร์คันแรกที่ใช้เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

อย่างไรก็ตาม แทรกเตอร์ดังกล่าวก็ยังคงมีข้อเสียเนื่องจากอายุการทำงานค่อนข้างสั้น ในขณะเดียวกัน แทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องลากจูงไอน้ำก็ยังคงมีมีข้อเสียเช่นกัน คือมีขนาดใหญ่เกินไป การเคลื่อนที่เป็นไปอย่าง เชื่องช้า อุ้ยอ้าย ล้อขับเคลื่อนหุ้มด้วยไม้ที่มีความยาวถึง 4.50 เมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อถึง 2.70 เมตร ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานถึง 8 คน นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการระเบิดและการไหม้ของหม้อไอน้ำอีกด้วย



รูปที่ 2.6 แทรกเตอร์ใช้เครื่องยนต์ลากจูงไอน้ำ

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

พัฒนาการในการออกแบบแทรกเตอร์

ในปี ค.ศ.1859 แทรกเตอร์ติดตั้งด้วยเครื่องจักรไอน้ำพ่วงท้ายด้วยเครื่องมือในการไถเตรียมดิน จำนวน 8 ผาน สามารถทำการไถด้วยความเร็ว 4.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ในปี ค.ศ.1873 เครื่องจักรไอน้ำพาร์วินส์ได้ถูกติดตั้งบนแทรกเตอร์ล้อตีนตะขาบ คาดว่าเครื่องจักรไอน้ำพาร์วินส์เป็นเครื่องจักรไอน้ำเครื่องแรกของประเทศสหรัฐอเมริกา

วิวัฒนาการของรถแทรกเตอร์

ในปี ค.ศ.1876 มีการจดลิขสิทธิ์เครื่องยนต์สันดาปภายในโดยนายออตโต ในปีค.ศ.1889 มีการติดตั้งเครื่องยนต์สันดาปภายในบนแทรกเตอร์แต่ยังคงมีขนาดใหญ่การ เคลื่อนที่เชื่องช้าและอุ้ยอ้าย ส่วนมากจะเป็นการใช้แทรกเตอร์เพื่อการเตรียมดิน และการนวดเป็นส่วนใหญ่

ในปี ค.ศ.1904 มีการพัฒนาล้อตีนตะขาบ เพื่อแก้ปัญหาในการเคลื่อนที่และการฉุดลาก

ในปี ค.ศ.1908 ได้มีการสร้างแทรกเตอร์สำหรับการทดสอบชื่อว่าวินนิเพค (Winnipeg) เพื่อทำการเปรียบเทียบการทำงาน ระหว่างแทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำกับ แทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซ

ในปี ค.ศ.1911 มีการสาธิตแทรกเตอร์ครั้งแรกที่เมืองโอมาฮามลรัฐเนบราสกาเพื่อแสดงความก้าวหน้าในการออกแบบแทรกเตอร์

ในปี ค.ศ.1915–1919 ได้มีผู้นำเอาเพลาอำนวยกำลัง (P.T.O. shaft) มาติดตั้งกับแทรกเตอร์ได้ สำเร็จ ทำให้สมรรถนะของแทรกเตอร์สูงขึ้น การใช้งานของแทรกเตอร์จึงไม่ถูก จำกัดเฉพาะการฉุดลากเพียงเท่านั้น

ในปี ค.ศ.1919 ที่มลรัฐเนบราสกาได้ออกกฎหมายการทดสอบแทรกเตอร์ โดยมีข้อกำหนดต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะของแทรกเตอร์ ความเร็ว จำนวนอะไหล่และการซ่อม นอกจากนั้นยังมีข้อจำกัดต่างๆ เกี่ยวกับข้อบกพร่องของแทรกเตอร์ด้วย ซึ่งการทดสอบนี้ได้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลก เป็นผลให้แทรกเตอร์ที่ผลิต ออกมาภายหลังมีมาตรฐานดีขึ้น

ในปี ค.ศ.1920–1924 มีการพัฒนาแทรกเตอร์อเนกประสงค์จนประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ในปี ค.ศ.1925–1929 มีการปรับปรุงเพลาอำนวยกำลังให้มีสมรรถนะในการทำงานที่ดีขึ้น และได้มีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับขนาดความเร็วและทิศทางการหมุนของเพลาอำนวยกำลัง เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการใช้และขนาดกำลังของแทรกเตอร์ มาตรฐานของเพลาอำนวยกำลังนี้ถูกกำหนดโดยสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา(ASAE)มีการกำหนดกำลังทางกล (mechanical power) ของแทรกเตอร์สำหรับการยกอุปกรณ์ต่างๆ

ในปี ค.ศ.1930–1937 ได้มีผู้นำเครื่องยนต์ดีเซลมาติดตั้งกับแทรกเตอร์ได้เปลี่ยนจากการใช้ล้อเหล็ก (steel wheel) มาเป็นล้อยางแบบเติมลม(pneumatic tires) ทำให้แทรกเตอร์มีความเร็วและความคล่องตัวมากขึ้น มีการนำเอาเครื่องยนต์ดีเซลเข้ามาติดตั้งเข้ากับแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ มีการปรับปรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าของแทรกเตอร์ให้ดีขึ้น มีการปรับปรุงให้เครื่องยนต์มีกำลังอัดสูงขึ้น มีการจำหน่ายแทรกเตอร์ที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพ ในการทำงานสูง

ในปี ค.ศ.1937–1941ตำแหน่งของการติดตั้งเครื่องพ่วงท้ายและมาตรฐานของเพลาอำนวยกำลังของแทรกเตอร์ถูกกำหนดโดยสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา มีการนำวิธีการควบคุมเครื่องทุ่นแรงโดยอัตโนมัติด้วยระบบไฮดรอลิคโดยมีการติดตั้ง เครื่องทุ่นแรงเข้ากับแทรกเตอร์แบบ 3 จุด (Three Point Hitch) มาใช้กับแทรกเตอร์ มีการเพิ่มแรงฉุดลากของแทรกเตอร์โดยการเติมของเหลวเข้าไปในล้อยาง

ในปี ค.ศ.1941–1949 มีการพัฒนาเพลาอำนวยกำลังแบบคลัตช์ร่วมมาใช้กับแทรกเตอร์ มีการปรับปรุงระบบไฮดรอลิคสำหรับการควบคุมเครื่องพ่วงท้ายให้ทำงานได้ดีขึ้น แทรกเตอร์ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงเริ่มถูกนำมาใช้

ในปี ค.ศ.1950–1960 ได้มีการพัฒนาในด้านกำลังงานของแทรกเตอร์ขึ้นอย่างรวดเร็ว คือ ในปีค.ศ.1950 ประมาณ 90.8 เปอร์เซ็นต์ของแทรกเตอร์ดังกล่าวเป็นแทรกเตอร์ที่มีขนาดกำลังงานต่ำกว่า 26 กิโลวัตต์

ในปี ค.ศ.1960 แทรกเตอร์ที่มีขนาดกำลังงานต่ำกว่า 26 กิโลวัตต์ มีจำนวนลดลงเหลือเพียง 17 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้ระบบบังคับเลี้ยวแบบกำลัง (power steering) เริ่มมีการใช้ระบบการทดกำลังแบบสูง–ต่ำ (high–low) กับระบบการส่งกำลังแบบชนิดธรรมดา สามารถทำการเปลี่ยนเกียร์ได้โดยไม่ต้องใช้คลัตช์ช่วย

ในปี ค.ศ.1961 ระบบไฮดรอลิคแบบวงจรปิดได้ถูกนำมาใช้กับแทรกเตอร์โดยสามารถใช้ปั๊มไฮดรอลิคเพียงตัวเดียวส่งน้ำมันไปยังทั้งระบบของไฮดรอลิคของแทรกเตอร์

ในปี ค.ศ.1967 ระบบการส่งกำลังแบบไฮดรอสแตติกถูกนำมาใช้ ทำให้ขั้นตอนการปรับความเร็วรถเดินหน้าของแทรกเตอร์ลดลง ในขณะที่เครื่องยนต์ยังคงทำงานต่อเนื่องกันที่ความเร็วคงที่ หลังจากนั้นเป็นต้นมาแทรกเตอร์ได้ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วทุกรูปแบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านกำลังงาน ระบบเพลาอำนวยกำลัง ระบบการบังคับเลี้ยวแบบกำลังระบบการเชื่อมต่อ 3 จุด และระบบไฮดรอลิค เป็นต้นซึ่งทำให้แทรกเตอร์ในปัจจุบันมีสมรรถนะสูงสุดดังที่เป็นอยู่

ชนิดของแทรกเตอร์

แทรกเตอร์ในอดีตมักมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เคลื่อนที่ได้ช้า ไม่มีความคล่องตัวในการทำงาน ดังนั้นงานส่วนมากจึงเป็นงานประเภทการไถเตรียมดินและใช้กับเครื่องนวดเมล็ดพืช หลังจากที่ได้พัฒนาและปรับปรุง ให้แทรกเตอร์ในปัจจุบันมีลักษณะและรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป มีกำลังต่อน้ำหนักมากขึ้น การบังคับเลี้ยวและการเคลื่อนที่มีความคล่องตัวมาก นอกจากนี้ยังสามารถทำงานต่างๆได้หลายประเภท สามารถนำกำลังจากไฮดรอลิคกำลังจากเพลาอำนวยกำลังมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้อีกมาก สำหรับแทรกเตอร์ในปัจจุบันสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทของการขับเคลื่อนของแทรกเตอร์และประเภทของลักษณะการใช้งาน ประเภทการขับเคลื่อนของแทรกเตอร์ (according to method of tractor) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ เป็น 3 แบบ คือ

1) แทรกเตอร์แบบใช้ล้อ (wheel tractors)เป็นแทรกเตอร์ที่นิยมใช้ในงานทางด้านการเกษตรมากที่สุด ทั้งนี้เพราะแทรกเตอร์แบบใช้ล้อสามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก น้ำหนักเบา การบังคับเป็นไปโดยง่าย แทรกเตอร์แบบล้อแบ่งออกได้ดังนี้คือ

– แทรกเตอร์ที่ใช้กับการปลูกพืชเป็นแถว (row–crop tractor) รถแทรกเตอร์ประเภทนี้สามารถปรับขยายช่วงล้อให้เข้ากับร่องดินและแถวพืชได้ โดยที่ล้อหน้าของแทรกเตอร์ชนิดนี้จะมีลักษณะการติดตั้งล้อหน้าแบบคู่หรือเดี่ยว (dual or single wheel) และแบบเพลาล้อหน้ากว้างและปรับขยายได้ (adjustable widefront)

– แทรกเตอร์แบบมาตรฐาน (standard tread tractor) ถือได้ว่าเป็นแทรกเตอร์ที่เก่าแก่ที่สุดและเป็นแทรกเตอร์ที่ขับเคลื่อนล้อหลัง แทรกเตอร์ชนิดนี้จะมีระยะห่างของล้อคู่หน้ากับระยะห่างของล้อคู่หลังคงที่ ไม่สามารถทำการปรับได้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในพื้นที่กว้างๆ ซึ่งระยะห่างของล้อนั้นมีความสำคัญน้อยมาก

– แทรกเตอร์แบบเพลาหน้าสูง (high clearance front axle tractor) เป็นแทรกเตอร์อีกแบบหนึ่งที่มี 4 ล้อและขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง แทรกเตอร์แบบนี้สามารถทำการปรับความกว้างของเพลาล้อหน้าได้ ท้องรถจะอยู่สูงจากพื้นดินมากกว่าแทรกเตอร์แบบอื่นๆ เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชที่มีต้นสูง เช่น อ้อย นอกจากนี้ยังเหมาะสมสำหรับการเข้าไปบำรุงรักษาต้นพืชในพื้นที่เพาะปลูก เช่น การหว่านปุ๋ย การกำจัด วัชพืชระหว่างแถวต้นพืช เป็นต้น สำหรับระบบการขับเคลื่อนจำเป็นที่จะต้องอาศัยชุดเฟืองเกียร์พิเศษโดยรับกำลังจากเพลาท้ายไปยังล้อขับเคลื่อน

- แทรกเตอร์แบบท้องต่ำ (low profile tractor) เป็นแทรกเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับงานในพื้นที่จำกัด เช่น งานในสวนผลไม้งานในปศุสัตว์การก่อสร้างอาคารต่าง ๆ

รูปที่ 2.7 แทรกเตอร์ชนิดล้อหน้าแบบคู่

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

รูปที่ 2.8 แทรกเตอร์แบบเพลาล้อหน้ากว้างและปรับขยายได้

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

รูปที่ 2.9 แทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ ขับเคลื่อนล้อหลังแบบมาตรฐาน

รูปที่ 2.10 แทรกเตอร์แบบเพลาสูง

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

รูปที่ 2.11 แทรกเตอร์แบบท้องต่ำ

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

2) แทรกเตอร์แบบใช้ล้อตีนตะขาบ (tract-type tractor) เป็นแทรกเตอร์ที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ ที่เป็นดินอ่อนมากๆ หรือในสภาพของพื้นที่ที่แทรกเตอร์แบบใช้ล้อที่มีปัญหาไม่สามารถเข้าไปทำงานได้ นอกจากนี้ยังเหมาะต่อสภาพของพื้นที่ทางเกษตรขนาดใหญ่และพื้นที่บุกเบิกใหม่อีกด้วย

3) แทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อน 4 ล้อ (four-wheel drive tractor) เป็นแทรกเตอร์ที่มีเพลาขับล้อ 2 เพลา คือ เพลาขับเคลื่อนล้อหน้าและเพลาขับเคลื่อนล้อหลัง สำหรับข้อดีของแทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อน 4 ล้อ เมื่อเปรียบเทียบกับแทรกเตอร์ขับเคลื่อนชนิด 2 ล้อ คือ

- ให้ประสิทธิภาพในการฉุดลากหรือกำลังในการฉุดลากมากขึ้น
- การลื่นไถลของล้อ (slippage) ลดลงทั้งนี้เนื่องจากมีการขับเคลื่อนทั้งล้อหน้าและล้อหลังพร้อม ๆ กัน
- มีความปลอดภัยในการทำงานในบริเวณที่ลาดชัน ทั้งนี้เพราะล้อหน้าสามารถทำการเบรกได้การบังคับเลี้ยวก็มีประสิทธิภาพดีกว่า

สำหรับแทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อนชนิด 4 ล้อ นี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1) แทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อโดยที่ล้อหน้าเป็นล้อช่วย (front wheel auxiliary drive) เป็นแทรกเตอร์ที่มีล้อหน้าทำหน้าที่ช่วยในการขับเคลื่อนล้อหน้าของแทรกเตอร์แบบนี้จะมีขนาดเล็กกว่าล้อหลังและลักษณะล้อยางจะมีดอกยางเพื่อช่วยในการตะกรุยในการส่งกำลังขับไปยังล้อหน้าของแทรกเตอร์ชนิดนี้สามารถส่งกำลังขับได้ทั้งแบบกลไกโดยอาศัยชุดเฟืองเกียร์เป็นตัวขับและแบบไฮดรอลิคโดยอาศัยปั๊มไฮดรอลิคซึ่งขับโดยเครื่องยนต์ทำการส่งน้ำมันที่มีแรงดันสูงไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ล้อ ข้อดีของระบบไฮดรอลิคนี้ คือ ทำให้รักษาระยะห่างระหว่างแถวต้นพืชกับล้อแทรกเตอร์ได้คงที่ช่วยให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของล้อหน้าและล้อหลังสัมพันธ์กัน

2) แทรกเตอร์แบบขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อจริง (true four-wheel drive) แทรกเตอร์ชนิดนี้จะมีขนาดของล้อทั้ง 4 ล้อเท่ากัน ในการออกแบบระบบการเลี้ยวของแทรกเตอร์ชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- ระบบการหันเลี้ยวแบบตัวรถหักกลาง (articulated steering) ระบบการหันเลี้ยวแบบนี้จะใช้กับ แทรกเตอร์ที่แบ่งออกเป็น 2 ตอนโดยแต่ละตอนสามารถที่จะต่อเข้าด้วยกันในบริเวณส่วนกลาง การทำงานจะเป็นอิสระต่อกัน การรักษาระดับของรถแทรกเตอร์ที่จุดต่อระหว่างตอนหน้ากับตอนหลังและการบังคับเลี้ยวจะอาศัยกำลังงานจากไฮดรอลิค
- ระบบการหันเลี้ยวแบบอาศัยเพลาหันเลี้ยว (steering axle) ระบบการหันเลี้ยวแบบนี้จะอาศัยล้อที่ติดตั้งอยู่บนส่วนปลายของเพลา แต่ละตัวทำหน้าที่ในการหันเลี้ยวหรือเปลี่ยนทิศทางและรับกำลังงานผ่านเพลาข้อต่ออ่อน รูปแบบของการหันเลี้ยวจะมีทั้งการหันเลี้ยวด้วย 2 ล้อหน้า (front-wheel steering) การหันเลี้ยวด้วย 2 ล้อหลัง (rear-wheel steering) การหันเลี้ยวทั้ง 4 ล้อในทิศทางตรงกันข้าม (four-wheel steering) และการหันเลี้ยวทั้ง 4 ล้อในทิศทางเดียวกัน (crab-steering)

รูปที่ 2.12 แทรกเตอร์ชนิดล้อตีนตะขาบ

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

รูปที่ 2.13 แทรกเตอร์ล้อตีนตะขาบชนิดยาง

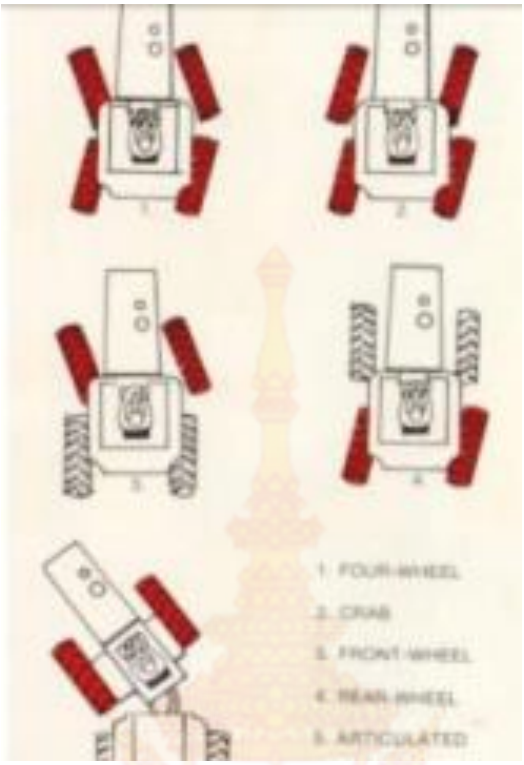
(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

รูปที่ 2.14 แทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ โดยที่ล้อหน้าเป็นล้อช่วย

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

รูปที่ 2.15 แทรกเตอร์ขับเคลื่อนชนิด 4 ล้อจริง

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)



รูปที่ 2.16 แบบของการหันเลี้ยวของแทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อน 4 ล้อ

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

รูปที่ 2.17 การหันเลี้ยวของแทรกเตอร์ชนิดขับเคลื่อน 4 ล้อ

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

ประเภทของลักษณะการใช้งาน (according to utility)

แทรกเตอร์ประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน ชนิดของงานสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) แทรกเตอร์ชนิดใช้งานทั่วไป (general purpose tractor) เป็นแทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานได้หลายๆลักษณะ เช่น การเตรียมดินการปรับผิวดิน การเก็บเกี่ยวหญ้าแห้ง เป็นต้น

2) แทรกเตอร์ชนิดใช้งานหลายอย่าง (all purpose tractor) เป็นแทรกเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ในทุกๆพื้นที่สามารถใช้งานในการเตรียมดิน การปลูกพืช การพรวนดินระหว่างแถวพืชและอื่นๆ

3) แทรกเตอร์ที่ใช้งานในสวนผลไม้ (orchard tractor) เป็นรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง ความสูงของตัวรถจะต่ำกว่าแทรกเตอร์ชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการทำงานในบริเวณรอบๆ โคนใต้ต้นไม้

4) แทรกเตอร์ที่ใช้งานในอุตสาหกรรม (industrial tractor) เป็นแทรกเตอร์ที่ใช้งานในงานอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่น การลากดึงสิ่งของในโรงงาน ในสนามบิน นอกจากนี้ยังยังสามารถติดตั้งอุปกรณ์ ชนิดต่างๆเข้ากับตัวแทรกเตอร์ได้เช่น อุปกรณ์ในการตักดิน เป็นต้น

5) แทรกเตอร์ชนิดใช้งานในสนามหญ้าและสวนขนาดเล็ก (lawn and garden tractor) เป็นแทรกเตอร์ที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา สำหรับการใช้งานในสวนขนาดเล็กแทรกเตอร์จะมีล้อเพียง 2 ล้อ เครื่องยนต์ขนาด 1.5 ถึง 5.2 กิโลวัตต์ เหมาะสมในงานพรวนดินและกำจัดวัชพืชในระหว่างแปลง ส่วนการใช้ งานในสนามหญ้าจะเป็นแทรกเตอร์ที่มี 4 ล้อ ใช้สำหรับในงานตัดหญ้าเท่านั้น

6) แทรกเตอร์ชนิดใช้งานในการทำนา (paddy tractor) เป็นรถแทรกเตอร์ที่มีทั้งชนิด 2 ล้อ และ 4 ล้อ สำหรับแทรกเตอร์ชนิด 2 ล้อ หรือที่นิยมเรียกกันว่ารถไถเดินตาม (walking tractor) จะมีเครื่องต้นกำลังจะเป็นเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนหรือเครื่องยนต์ดีเซลชนิดสูบเดียวขนาด 3.7 ถึง 5.2 กิโลวัตต์ ล้อขับเคลื่อนจะทำด้วยล้อเหล็กเพื่อช่วยในการฉุดลาก ส่วนแทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ จะมีรูปร่างและลักษณะเหมือนกับแทรกเตอร์ทั่วไปแต่จะมีน้ำหนักเบา ล้อขับเคลื่อนจะเป็นล้อยางที่มีดอกยางลึกกว่าปกติและสามารถติดล้อเหล็กเสริมข้างล้อได้ เพื่อเพิ่มการตะกุยและลดการลื่นไถลได้บ้าง

รูปที่ 2.18 รถแทรกเตอร์ชนิดใช้ในสวนผลไม้

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

รูปที่ 2.19 แทรกเตอร์ชนิดใช้ งานในสนามหญ้า

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

แทรกเตอร์ในปัจจุบัน

แทรกเตอร์ในปัจจุบันยังคงมีการพัฒนาต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกแบบแทรกเตอร์จะพยายามลดอัตราส่วนของน้ำหนักต่อกำลัง เพื่อให้มีความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพของแทรกเตอร์เพิ่มมากขึ้น มีการติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ภายในห้องโดยสารโดยคำนึงถึงองค์ประกอบของผู้ขับขี่ เช่น ตำแหน่งของส่วนควบคุมการทำงาน ทำให้เกิดความสะดวกต่อการใช้ระบบการปรับอากาศภายในห้องโดยสาร การเก็บเสียงของเครื่องยนต์ที่กำลังทำงานและเสียงภายในห้องโดยสาร เป็นต้น

รูปที่ 2.20 แผงหน้าปัทม์ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ของแทรกเตอร์ในปัจจุบัน

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

รูปที่ 2.21 พวงมาลัยแทรกเตอร์ในปัจจุบันสามารถปรับสูง-ต่ำได้

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

รูปที่ 2.22 ที่นั่งคนขับของแทรกเตอร์ในปัจจุบัน

ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th

แทรกเตอร์ที่ผลิตภายในประเทศ

ในปัจจุบันได้มีการผลิตแทรกเตอร์เพื่อนำมาใช้งานทางด้านการเกษตรขึ้นเองภายในประเทศ โดยที่ลักษณะโครงสร้างของตัวแทรกเตอร์นั้นเป็นแบบง่ายๆ ไม่มีชิ้นส่วนที่ยุ่งยากซับซ้อน การใช้งานก็ง่ายแทรกเตอร์ที่ผลิตในประเทศจะไม่มีระบบการถ่ายทอดกำลังจึงทำให้ไม่สามารถใช้กับเครื่องมือในการเตรียมดินชนิดอื่นๆ เช่น ไถจอบหมุนหรือพรวนหมุนเป็นต้นหรือเครื่องมือประเภทอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ระบบการถ่ายทอดกำลังงานนั้นๆ แทรกเตอร์ที่ทำการผลิตเป็นแทรกเตอร์ขนาดตั้งแต่4.5–7.5 กิโลวัตต์ ซึ่งมีทั้งชนิด 2 ล้อ หรือที่นิยมเรียกกันว่ารถไถเดินตามและชนิด 4 ล้อ นอกจากนี้ยังมีขนาดกำลังงานตั้งแต่ 11 ถึง 16.6 กิโลวัตต์ ซึ่งเป็นแทรกเตอร์ชนิด 4 ล้อ

ขนาดของแทรกเตอร์

การบอกหรือกำหนดขนาดของแทรกเตอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1) กำหนดโดยน้ำหนักของแทรกเตอร์

2) กำหนดโดยขนาดของเครื่องต้นกำลัง

3) กำหนดโดยขนาดของเครื่องพ่วงท้าย

อย่างไรก็ตามขนาดของแทรกเตอร์อาจจะแสดงด้วยจำนวนแถวหรือจำนวนชุดไถของเครื่อง–พ่วงท้ายที่แทรกเตอร์สามารถทำการลากไปได้ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกแต่ไม่แน่นอนนักทั้งนี้เพราะขนาดของแทรกเตอร์ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีก เช่น ความชื้นในดินที่แทรกเตอร์เข้าไปทำงาน ชนิดของดิน ความลึกของเครื่องมือในการทำงาน เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 ขนาดของแทรกเตอร์ที่ใช้กับไถหัวหมู

ขนาดของแทรกเตอร์	ขนาดและจำนวนไถหัวหมู
6 ถึง 8.9 กิโลวัตต์	30 เซนติเมตร 1 ผาน
11 ถึง 15 กิโลวัตต์	40 เซนติเมตร 1 ผาน หรือ 10 เซนติเมตร 2 ผาน
18 ถึง 22 กิโลวัตต์	35 เซนติเมตร 2 ผาน
26 ถึง 34 กิโลวัตต์	35 ถึง 16 เซนติเมตร 3 ผาน
37 ถึง 45 กิโลวัตต์	35 เซนติเมตร 4 ผาน
48 ถึง 56 กิโลวัตต์	40 เซนติเมตร 5 ผาน
59 ถึง 97 กิโลวัตต์	40 เซนติเมตร 6 ผาน

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

ในการพิจารณารายละเอียดของแทรกเตอร์ สำหรับการเลือกขนาดของแทรกเตอร์เพื่อใช้กับงานโดยลำพังหรือประกอบกับเครื่องมือ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้นนับเป็นสิ่งที่จำเป็นเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะแทรกเตอร์แต่ละคันมีราคาที่สูง หากเลือกใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมต่องานและเครื่องมือแล้วก็อาจจะทำให้แทรกเตอร์หรือเครื่องมือที่ใช้ร่วมกันเสียหายและทำงานล่าช้าหรือไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนได้

2.5 เพลาอำนวยกำลัง

เพลาอำนวยกำลัง (Power take off shaft : PTO) หรือ ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า เพลาพีทีโอ ปกติจะติดตั้งอยู่ทางด้านหลังของรถแทรกเตอร์โดยได้รับกำลังมาจากเครื่องยนต์ เพลาพีทีโอ ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการขับเครื่องทุ่นแรงที่ต้องอาศัยกำลังขับจากรถแทรกเตอร์ ตัวอย่าง เช่น ไถจอบหมุน เครื่องพ่นสารเคมี เครื่องตัดหญ้า เครื่องอัดฟ่อนหญ้า เครื่องเก็บเกี่ยวพืชอาหารสัตว์ และเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ ที่ต้องใช้ลักษณะการหมุนในการทำงาน

ชนิดของเพลาอำนวยกำลัง เพลาอำนวยกำลัง สามารถแบ่งออกตามความเร็วรอบของเพลา ได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้เพลาอำนวยกำลังชนิด 540 รอบ/นาทีและเพลาอำนวยกำลังชนิด 1,000 รอบ/นาที เพลาอำนวยกำลังขนาด 35 มิลลิเมตรจะใช้กับรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดแรงม้า เพลาอำนวยกำลังตั้งแต่ 60 – 160 แรงม้า ส่วนเพลาอำนวยกำลังขนาด 45 มิลลิเมตร (1.75 นิ้ว) จะใช้กับรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าเพลาอำนวยกำลัง ตั้งแต่ 147 –255 แรงม้า ลักษณะของเพลาอำนวยกำลังชนิดต่างๆสำหรับรถแทรกเตอร์บางรุ่นที่มีขนาดแรงม้า เพลาอำนวยกำลังโดยประมาณตั้งแต่ 60 – 87 แรงม้า อาจจะติดตั้งเพลาอำนวยกำลังทั้งสองความเร็ว โดยเพลาอำนวยกำลังชนิด 540 รอบ/นาที และเพลาอำนวยกำลัง ชนิด 1,000 รอบ/นาที จะแยกออกจากกันอย่างถาวรหรืออาจติดตั้งเพลาอำนวยกำลัง เพียงตำแหน่งเดียว แต่สามารถถอดเปลี่ยนเพลาอำนวยกำลังจาก 540 รอบต่อนาทีไปใช้ 1,000 รอบต่อนาทีได้

ปัจจุบันที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1) แบบคลัตช์ร่วมส่วนมากใช้กับรถแทรกเตอร์แบบที่เป็นคลัตช์คู่ ซึ่งประกอบด้วยคลัตช์ของเครื่องส่งกำลังกับคลัตช์ของเพลาอำนวยกำลังอยู่ในชุดเดียวกัน โดยเมื่อเหยียบคลัตช์ใน ขั้นที่ 1 จะเป็นการปลดการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องยนต์กับเครื่องส่งกำลังและเมื่อลงไปขั้นที่ 2 หรือจนสุดจะเชื่อมต่อระหว่างเครื่องยนต์เครื่องส่งกำลังและเพลาอำนวยกำลังจะถูกปลดออก ทำให้รถแทรกเตอร์และเพลาอำนวยกำลังหยุดการเคลื่อนที่

2) แบบอิสระจะประกอบด้วยคลัตช์ 2 ชุด คือคลัตช์ของเครื่องส่งกำลัง 1 ชุด และคลัตช์ของเพลาอำนวยกำลัง 1 ชุด ทำให้สามารถทำงานแยกจากกันได้อย่างอิสระ จึงปลดหรือหยุดการทำงานของเพลาอำนวยกำลังได้ในรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่

รูปที่ 2.23 ส่วนประกอบของเพลาอำนวยกำลัง

(ที่มา: http://pirun.kps.ku.ac.th)

2.6 ระบบถ่ายกำลัง

1) โซ่ส่งกำลัง (Chain Drives)

โซ่สามารถส่งกำลังให้ได้โมเมนต์บิด (หมุน) สูงมากโดยที่ให้เป็นชุดส่งกำลังมีขนาดเล็กได้ เป็นลักษณะการส่งกลังด้วยรูปร่างและที่รองเพลาจะรับภาระน้อยมาก ไม่มีการให้ลื่นไถลในขณะส่งกำลังในขณะส่งกำลังข้อต่อโซ่จะรับภาระความเสียดทานลื่น (Sliding Friction) จึงต้องมีการหล่อลื่นที่เพียงพอ โซ่ส่งกำลังจะมีการใช้งานในที่รับภาระดึงมากๆ ในที่รับอุณหภูมิสูง,โรงงานเคมี,ไอน้ำมัน,ความชื้น เป็นที่ซึ่งสายพานไม่สามารถนำไปใช้งานได้

รูปที่ 2.24 โซ่ส่งกำลัง

ที่มา: http://www.kgs.co.th

ชนิดของโซ่ตามประเภทการใช้งานของโซ่จะนำโซ่มาใช้ส่งกำลัง ลำเลียง ใช้ขับ ใช้ยกและส่งน้ำหนักลง ข้างล่าง ส่งถ่ายแรงและโมเมนต์บิด โซ่จึงแบ่งตามลักษณะรูปร่างได้ดังนี้

– โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชโซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช

ประกอบด้วยแผ่นปิดข้าง โซด้านนอกและด้านในที่ยึดด้วยบูชและโบลต์เข้าด้วยกัน โซ่ลูกกลิ้งที่มีใช้งานส่วนใหญ่จะมีลูกกลิ้งที่ชุบแข็งร้อย (หมุนได้) อยู่ ในบูชลูกกลิ้งนี้จะช่วยลดความเสียดทานและการสึกหรอของด้านข้างของเฟืองโซ่ในขณะที่ล้อเฟืองขับ โซ่และมีเสียงดังน้อยเมื่อความเร็วโซ่สูง ในการใช้งานให้รับโมเมนต์หมุนมากๆ จะใช้โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชแบบชุดหลายเส้น โซ่ลูกกลิ้งตามมาตรฐานจะนำมาใช้งานได้ถึงความเร็ว 30 m/s ในการส่งกำลังใน รถยนต์ในเครื่องมือกลและโซ่ลำเลียง โดยปกติโซ่บูชจะทนการสึกหรอมากกว่าโซ่โบลต์บูชจะหมุนได้ ส่วนโบลต์จะยึดแน่นกับแผ่นปิดนอก แผ่นปิดส่วนใหญ่จะทำจาก St60 ส่วนโบลต์จะทำจากเหล็กกล้า อาบคาร์บอน C15

– โซ่โบลต์

มีรูปร่างของแผ่นปิดข้างทั้งโซ่ด้านในและด้านนอกเหมือนกัน โดยร้อยเข้ากับโบลต์ การใช้แผ่นปิดข้างโซ่หลายแผ่นติดกัน จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดึงที่โซ่ต้องรับ เมื่อเปรียบเทียบกับโซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชแล้ว โซ่โบลต์จะมีแรงเสียดทานระหว่างโบลต์และแผ่นปิดข้างโซ่มากกว่า ด้วยเหตุนี้จึงนิยมนำโซ่โบลต์มาใช้กับงานที่มีความเร็วต่ำ

– โซ่ฟัน

มีรูปร่างฟันแต่ละข้อชัดเจน ฟันของโซ่จะจับลงในร่องฟันของล้อโซ่พอดี โซ่ฟันที่ใช้ งานรับกำลังงานสูงๆ แผ่นฟันที่ข้อต่อจะไม่ยึดด้วยโบลต์ แต่จะยึดด้วยข้อต่อลูกกลิ้งที่มีความเสียดทานน้อยและทนต่อการสึกหรอได้ดี โซ่ฟันใช้รับกำลังงานได้สูงและเกือบจะไม่มีเสียงดังในขณะมีความเร็ว โซ่ถึง 40 m/s

สำหรับล้อโซ่ที่ใช้กับโซ่ฟันจะต้องมีจำนวนฟันอย่างน้อยที่สุด 17 ฟัน มิฉะนั้นจะเกิดสัดส่วนการจับของโซ่ฟันที่ไม่เหมาะสม ที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานมากขึ้นได้และถ้าใช้งานรับภาระกระแทกแล้วโซ่ฟันจะยืดและมีผลให้เกิดสัดส่วนการจับของโซ่ฟันที่ไม่เหมาะสมอีกเช่นกัน โซ่จะเกิดการสึกหรอรวดเร็วหากล้อโซ่มีจำนวนฟันต่ำกว่า 12 ฟันลำเลียง ตามมาตรฐาน DIN 8165, 8175 และDIN 8176 เป็นโซ่แบบข้อต่อชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่นำพาชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ โดยจะ ออกแบบ รูปร่างแผ่นปิดด้านข้างให้มีรูปร่างต่างกัน เพื่อให้สามารถนำพาผลิตภัณฑ์ตามรูปร่างที่ต้องการได้ โซ่ลำเลียงส่วนใหญ่จะนำมาใช้งานให้รับภาระไม่มากนักและมีความเร็วโซ่ต่ำ

ข้อดี : สามารถออกแบบให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อโซ่ให้มีขนาดเล็กมากๆ และยังเดินได้เงียบอีกด้วย

ข้อเสีย : จะเกิดการยืดตัวยาวออกหากใช้งานรับภาระมากเกินไป ซึ่งจะทำให้โซ่จับฟันล้อโซ่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถให้เบนไปด้านข้างได้น้อย ด้วยเหตุนี้ล้อโซ่จะต้องประกอบให้ได้ตำแหน่ง ที่เที่ยงตรงกับแนววิ่งของโซ่ มิฉะนั้นจะเกิดการสึกหรอของโซ่สูง

– โซ่ห่วงกลม

แบ่งตามมาตรฐานได้เป็นโซ่ชนิดสั้น (DIN 766) ชนิดกึ่งยาว (DIN 764) และชนิด ยาว (DIN 762) มักนำมาใช้งาน เป็นโซ่รับภาระลำเลียงแบบต่อเนื่องในงานเหมืองแร่และงานสร้าง รถยนต์ โซ่เหล่านี้ทำจากเหล็กกล้า St 35 K ที่ปลายห่วงโซ่แต่ละห่วงจะนิยมเชื่อมต่อด้วยไฟฟ้า
ล้อโซ่ (Sprockets) ตามปกติล้อโซ่จะทำจากเหล็กหล่อ, เหล็กกล้าหล่อ หรือเหล็กกล้า ส่วนการจัดให้ขับส่งกำลังด้วยโซ่ที่ถูกต้อง

2) เฟือง (GEARS

เฟืองใช้ทำหน้าที่ถ่ายเทโมเมนต์หมุนระหว่าง 2 เพลา ที่มีระยะห่างระหว่างแกนเพลาที่สั้น โดยถ่ายเทในรูปของแรง หมายความว่า ไม่มีการสูญเสียจากการลื่นเหมือนสายพานจึงมีอัตราทดที่คงที่ เฟืองเหมาะสมกับการหมุนรอบต่ำจนถึงรอบสูงๆ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นเฟืองชนิดใดตามแต่ตำแหน่งของ เฟืองเพลาที่วางไว้ประกบกันจะเรียกล้อเฟือง

– เฟืองตรง เป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังกับเพลาที่ขนานกันเฟืองตรงเหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มี ความเร็วรอบต่ำ หรือความเร็วรอบปานกลางไม่เกิน 20 เมตรต่อนาที ข้อดีของเฟืองตรงคือขณะใช้งาน จะไม่เกินแรงในแนวแกน ประสิทธิภาพในการทำงานสูงหน้ากว้างของเฟืองตรงสามารถเพิ่มได้เพื่อให้ เกิดผิวสัมผัสที่มากขึ้นเพื่อลดการสึกหรอให้น้อยลง

รูปที่ 2.25 เฟืองตรง

ที่มา: http://www.kgs.co.th

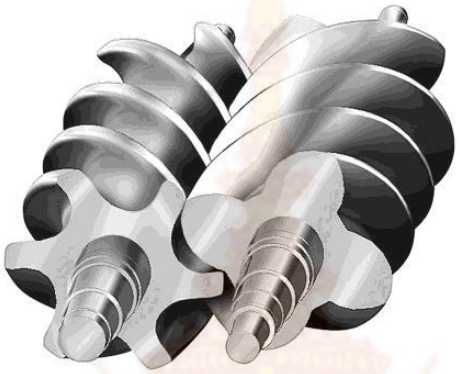
– เฟืองเฉียง มีหน้าที่การใช้งานเหมือนกับเฟืองตรงทุกอย่างแต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรงที่เมื่อส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูงๆแล้วจะไม่เกิดเสียง

รูปที่ 2.26 เฟืองเฉียง
ที่มา: http://www.kgs.co.th

– เฟืองดอกจอก (BEVEL GEARS) ลักษณะของเฟืองคล้ายกับกรวยฟันของเฟืองดอกจอกมีทั้งแบบตรงและแบบเฉียงเฟืองดอกจอกเป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางของเพลา สามารถทำมุม ได้ 90 องศาและเป็นเฟืองที่ให้กำลังในการส่งมาก

รูปที่ 2.27 เฟืองดอกจอก
ที่มา: http://www.kgs.co.th

– เฟืองเกลียวสกรู (SPIRAL GEARS) เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 90 องศา ทำหน้าที่ใช้เพื่อต้องการเปลี่ยนทิศทางของเพลาให้ทำมุมกัน 90 องศา คล้ายกับชุดเฟืองหนอนแต่ สามารถส่งกำลังได้น้อยเนื่องจากด้านข้างของฟันมีพื้นที่สัมผัสกันน้อยมากสามารถให้อัตราทดได้ระหว่าง 1 ถึง 5



รูปที่ 2.28 เฟืองเกลียวสกรู
ที่มา: http://www.adv-forward.com

2.7 พลังงานชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัตถุหรือสสารที่ได้จากธรรมชาติหรือสิ่งมีชีวิตที่สามารถเปลี่ยน เป็นพลังงานได้ โดยไม่นับการกลายเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิต ทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่สามารถนำ มาทำ เป็นชีวมวลได้ เช่น ข้าว อ้อย มันสำ ปะหลัง ยางพาราและ น้ำมันปาล์ม เป็นต้น ในอดีตชีวมวลส่วนใหญ่จะถูกทิ้งซากให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ภายในพื้นที่การเพาะปลูกหรือบางครั้ง เกษตรกรกำจัดโดยการเผาทำลาย ซึ่งเป็นการสร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมมีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับที่สามารถนำ ไปใช้ประโยชน์ได้ ศักยภาพของชีวมวลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต และการใช้ชีวมวลพบว่า ชีวมวลบางประเภทที่มีการใช้อย่างกว้างขวาง และมีปริมาณคงเหลือไม่มาก หรือซึ่งเป็นการสร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมมีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและให้ค่าพลังงานความร้อนในระดับที่สามารถนำ ไปใช้ประโยชน์ได้ การผลิตของตน ด้วยการใช้แทนเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ จนปัจจุบันเชื้อเพลิงเหล่านี้มีการซื้อ ขาย และมีกลไก ด้านการตลาดจนครบวงจร ส่วนชีวมวลอีกหลายประเภทพบว่ามีปริมาณคงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีการใช้อยู่ในวงจำกัด

ชีวมวลก็คือ กลุ่มชีวมวลเฉพาะที่รวมอินทรียวัตถุที่เป็นตระกูลพืชทั้งหมด ชีวมวลที่นำไปแปรรูปเป็นพลังงานส่วนใหญ่เป็นพืชหรือส่วนประกอบของพืชโดยพืชจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตก๊าซออกซิเจน ดังนั้นเมื่อนำชีวมวลที่ได้จากพืชมาใช้ในการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงโดยการนำไปเผาจึงทำให้มีข้อดีคือ ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนด์ออกไซค์เพิ่มสูงของชั้นบรรยากาศองค์ประกอบส่วนมากเป็นเซลลูโลสและลิกนิน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ชีวมวลชนิดไม้ ได้แก่ กิ่งไม้ เศษไม้ ขี้เลื้อย ถ่านไม้ เป็นต้น และชีวมวลไม่ใช้ไม้ ได้แก่ แกลบ ซานอ้อย ฟางข้าว และ มูลสัตว์ ซึ่งชีวมวลแต่ละชนิดอาจมีองค์ประกอบแตกต่างกันโดยองค์ประกอบดังกล่าว ได้แก่ แซลลูโลส ลิกนิน แป้ง และโปรตีน สำหรับต้นไม้และพืชมีองค์ประกอบหลักคือ เซลลูโลส เฮ มิเซลลูโลส ส่วนองค์ประกอบส่วนใหญ่ เป็น แป้ง ชีวมวลที่ได้จากธรรมชาติแต่ละที่อาจแตกต่างกัน การใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหรือชีวมวลโดยส่วนใหญ่ผู้ใช้จะนำชีวมวลเหล่านั้นมาใช้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น ฟางข้าว กะลามะพร้าว ขี้เลื้อย เป็นต้น ซึ่งลักษณะการใช้งานชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงแปรรูปมักเกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานหลายประการได้แก่ ปัญหาความชื้น ถ้ามีปริมาณความชื้นของชีวมวลมากจะต้องใช้ปริมาณชีวมวลมาก เนื่องจากความ

ร้อนส่วนหนึ่งของชีวมวลถูกใช้ไปกับการระเหยน้ำออก จึงเปลือกเชื้อเพลิงมากกว่าการใช้ชีวมวลแห้ง

สำหรับการนำเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้จากการแปรรูปชีวมวลไปใช้นั้นจำเป็นต้องได้มาตรฐานของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้กำหนดไว้ เนื่องจากคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติเชิงกลของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ซึ่งมีผลกระทบต่อการเผาไหม้ของอุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดเป็นพลังงานความร้อนประเทศที่มีการกำหนดมาตารฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดส่วนใหญ่เป็นประเทศทางซีกโลกตะวันตก ได้แก่ สวีเดน อิตาลี เยอรมัน อังกฤษ เป็นต้นเนื่องจากประเทศดังกล่าวเป็นเมืองหนาวส่วนประเทศไทยที่เริ่มมีการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด ขึ้นมาทดลองใช้จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการศึกษามาตารฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากทั่วโลก เพื่อนำมาเป็นแนวทางกากำหนดมาตารฐานเชื้อเพลิง สำหรับประเทศไทยให้สอดคล้องกับมาตารฐานทั่วโลก ซึ่งคุณสมบัติที่มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดทั่วโลกได้กำหนดไว้เป็นแนวทางเดียวกันคือ ขนาดของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ปริมาณความชื้น ปริมาณขี้เถ้า ปริมาณสิ่งเจือปน ค่าความทนทานของแท่ง เป็นต้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน, 2551)

รูปที่ 2.29 เชื้อเพลิงชีวมวลและชีวมวลอัดแท่ง

2.8 องค์ประกอบของชีวมวล

1. ความชื้น (Moisture) คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชีวมวล ชีวมวลส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูง สำหรับชีวมวลที่ใช้เป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ ความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 50

2. ส่วนที่เผาไหม้ได้ (Combustible substance) แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สารระเหย (Volatiles matter) และถ่านคงตัว (Fixed Carbon) สารระเหย คือส่วนที่ลุกเผาไหม้ได้ง่าย ดังนั้นชีวมวลใดที่มีค่า Volatiles matter สูงแสดงว่าติดไฟได้ง่าย

3. ส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ คือ เถ้า (Ash) ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีเถ้าประมาณร้อยละ 1–3 ยกเว้น แกลบและฟางข้าว จะมีสัดส่วนเถ้าประมาณร้อยละ 10–20 ซึ่งจะมีปัญหาในการเผาไหม้การวิเคราะห์วัสดุเชื้อเพลิงพลังงาน เป็นการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย

- ความชื้น (Moisture) ปริมาณความชื้นในชีวมวล หมายถึง ปริมาณน้ำในชีวมวลเป็นค่าร้อยละของน้ำหนักของชีวมวลเทียบกับมวลแห้ง ความชื้นมีผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงชีวมวลเป็นพลังงาน ทั้งในกระบวนการเคมีความร้อน เช่น การเผาไหม้ และกระบวนการชีวเคมี เช่น การหมัก ดังนั้นการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวล คือ การเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นพลังงานความร้อน ต้องเลือกใช้ชีวมวลที่มีปริมาณความชื้นต่ำหรือทำให้แห้ง เนื่องจากปริมาณความชื้นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบทำให้ไม่ติดไฟ
- เถ้า (Ash) เถ้า คือ อนินทรีย์สารที่มีในเชื้อเพลิง ปริมาณเถ้าในชีวมวลสามารถวัดด้วยการเผาไหม้ในเตาเผาอุณหภูมิสูง 480 °C ในห้องปฏิบัติการภายใต้สภาวะควบคุม โดยคำนึงถึงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ใช้มาตรฐาน ASTM D1102
- สารระเหย (Volatile matter) สารระเหย คือ ส่วนหนึ่งของชีวมวลที่ถูกปล่อยออกมาเมื่อได้รับความร้อน (≥400°C–500°C) ในระหว่างการเผาไหม้ ซึ่งชีวมวลจะถูกย่อยสลายด้วยความร้อนกลายเป็นแก๊สระเหยและถ่านคงตัว โดยทั่วไปชีวมวลจะมีสารระเหยสูงกว่าร้อยละ 80 ค่าของสารระเหยบ่งชี้ถึงความสามารถในการติดไฟหรือเผาไหม้ได้ของชีวมวล
- ค่าความร้อน (Heating value) คือ ค่าพลังงานที่ผลิตได้ต่อค่าพลังงานที่ให้ นั่นคือเป็นปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นต่อน้ำหนักเชื้อเพลิง เมื่อเชื้อเพลิงนั้นถูกเผาไหม้ ค่าความร้อนมี 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูง (High Heating Value) และค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value) ซึ่งค่าความร้อนสูง คือค่าที่วัดได้

โดยรวมความร้อนที่เกิดขึ้นจากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้าด้วย กรณีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ จะนำค่าความร้อนต่ำมาใช้ เนื่องจากไม่มีการกลั่นตัวของไอน้ำในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์

- ความหนาแน่น ความหนาแน่น หมายถึงน้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยของปริมาตร ค่าความหนาแน่นของชีวมวลจะแปรผันในช่วง 150–200 กก./ม^3 ทั้งนี้ค่าความร้อนและความหนาแน่นของวัสดุเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความหนาแน่นทางพลังงานและศักยภาพในการเลือกใช้ชีวมวลนั่นเอง

2.9 เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง

เชื้อเพลิงอัดแท่ง (Briquetted Fuel) คือ เชื้อเพลิงแข็งชนิดหนึ่งที่ได้จากกระบวนการผลิตโดย การนำวัสดุที่มีเส้นใยเซลลูโลสหรือวัสดุเชื้อเพลิงอื่น ๆ มาอัดเป็นก้อนหรือเป็นแท่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นเชื้อเพลิงมากขึ้น วัสดุทางการเกษตรจำ พวกฟืน ไม้ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นเวลานานแล้วแต่ประสิทธิภาพในการใช้งานนั้นอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก และมีข้อจำกัดหลายประการ คือ วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีความหนาแน่นต่ำ ต้องใช้เนื้อที่มากในการเก็บและเสียค่าใช้จ่ายในการ ขนส่งมาก ทำให้การใช้ถูกจำกัดอยู่ในบริเวณใกล้เคียงแหล่งผลิตเท่านั้น การขนส่งไปบริเวณห่างไกลจะให้ ผลไม่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับค่าความร้อนที่ได้รับ ความชื้นในวัสดุสดจะให้ค่าความร้อนน้อยกว่าวัสดุที่ผ่านการอบแห้งหรือตากให้แห้ง นอกจากนี้วัสดุที่เปียกยังเกิดการผุ เน่าเปื่อย เนื่องจากการทำลายของเห็ดราและการกัดกินของแมลง เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นแนวทางหนึ่งที่นำเอาวัสดุเหลือใช้กลับมามีประโยชน์ โดยนำมาใช้ทดแทน ไม้ฟืนและถ่าน วัสดุเหลือใช้พวกชีวมวลจากพืชไม้ หรือของเหลือทิ้งจากการเกษตรสามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณค่าด้วยขบวนการอัดแท่ง (Densification) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง การลดค่าความชื้นในวัสดุให้น้อยลง เป็นวิธีการเปลี่ยนจากการใช้ งานตามธรรมชาติและเพื่อขจัดข้อเสียในการใช้งานให้หมดไป (สุพรชัย, 2554)

เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล

ชีวมวลส่วนใหญ่จำเป็นต้องแปลงสภาพก่อนนำไปใช้งาน เนื่องจากชีวมวลมีค่าความร้อนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับฟอสซิลมีปริมาณความชื้นสูง มีความหนาแน่นต่ำ และมีรูปแบบกายภาพไม่สม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียว ไม่สะดวกต่อการขนส่งการเก็บรักษาหรือการป้อนเข้า ดังนั้นการ

แปลงสภาพชีวมวลเพื่อลดปริมาณความชื้น จะส่งผลต่อการเพิ่มค่าความร้อนและสะดวกต่อการเก็บรักษา และมีการปรับปรุงให้สะดวกต่อการใช้และการจัดการ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ศุภชัยและภูมิพัฒน์, 2558)

- กระบวนการแปลงสภาพเชิงกายภาพ (Physical Conversion) ได้แก่ การอัดแท่ง (densification) การคัดแยกเฉพาะส่วนและการหีบคั้นน้ำมัน
- กระบวนการแปลงสภาพเชิงชีวเคมี (Biochemical Conversion) ที่ใช้ในกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวดำเนินการได้แก่กระบวนการหมักย่อยอับอากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพและกระบวนการไฮโดรไลซิสเพื่อผลิตเอทานอล
- กระบวนการแปลงสภาพเชิงเคมีความร้อน (Thermochemical Conversion) โดยกระบวนการ นี้ยังสามารถจำแนกออกเป็นกระบวนการย่อยได้อีก คือ การเผาไหม้ ไพโรไลซิส แก๊สซิฟิเคชั่น

ปจจัยที่มีผลตอการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งที่มีคุณภาพดี จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลตอการ ผลิตเชื้อเพลิง จากการศึกษาคนควาพบวา ปัจจัยสำคัญที่มีผลตอการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบ อัดแท่งมีดังนี้ คือ ปริมาณความชื้นของชีวมวล ความหนาแน่นของชีวมวล ขนาดอนุภาคของชีวมวล ความแข็งแรงของเสนใยของชีวมวล นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกหลายชิ้นที่ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลตอการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่ง เชน ขนาดอนุภาคของชีวมวลดิบ (Particle size) ความชื้น (Moisture) ขนาดรูตะแกรงสำหรับสับย่อย (Hammer mill screen size) ความหนาของแผ่นอัดขึ้นรูป (Die thickness) แรงกด (Compression force) อุณหภูมิ (Temperature) และระยะเวลาการเก็บ (Stored time) ขนาดอนุภาคของชีวมวลดิบที่มีขนาดใหญ่จะสงผลใหแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งแตก และหักได้ง่าย

ระยะเวลาการเก็บของชีวมวลเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ใหผลตอการผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีว มวล คือ ชีวมวลที่มีระยะเวลาของการเก็บมากจะทำให สิ้นเปลืองพลังงานในการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง มากกว่าชีวมวลที่สดใหม่หรือมีระยะเวลาของการเก็บน้อย แต่ถาหากพิจารณาถึงคุณสมบัติของแท่ง เชื้อเพลิงชีวมวลแบบแท่งแล้วพบวาแท่งเชื้อเพลิงที่ขึ้นรูปชีวมวลที่มีระยะเวลาการเก็บนานจะมีคา ความหนาแน่นก้อนมวล (Bulk density) และค่าความทนทานเชิงกล (Mechanical durability) มากวา แท่งเชื้อเพลิงที่ขึ้นรูปจากชีวมวลสด เพราะเมื่อ

ระยะเวลาผานไปกรดไขมันและกรดเรซินที่มีผลต่อความหนาแน่นก้อนมวลลดลงได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน, 2551)

รูปที่ 2.30 เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น
2) รวบรวมข้อมูลและสำรวจความต้องการในการผลิตรองเท้าวัวของกลุ่มเป้าหมาย
3) ศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรโดยการผลิตรองเท้าวัว
4) ประเมินศักยภาพการผลิตรองวัวในพื้นที่
5) วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

รูปที่ 3.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการเตรียมชีวมวลอัดแท่ง

1) เตรียมชีวมวลเตรียมชีวมวลสำหรับในการอัดและตรวจสอบสิ่งเจือปน

รูปที่ 3.2 เตรียมชีวมวล

2) นำชีวมวลผสมกับน้ำ ผสมชีวมวลละเอียดกับน้ำให้ได้ความชื้นที่พอเหมาะสำหรับอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล

รูปที่ 3.3 นำชีวมวลผสมกับน้ำ

3) นำชีวมวลใส่ในเครื่องอัดเม็ดชีวมวลใส่ชีวมวลพอเหมาะกับเครื่อง ถ้าใส่วัตถุดิบมากเกินไปเครื่องทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

รูปที่ 3.4 นำชีวมวลใส่ในเครื่องอัดเม็ดชีวมวล

4) การทำงานของเครื่องอัดชีวมวลเมื่อใส่วัตถุจากด้านบนลงสู่ลูกกลิ้งซึ่งกำลังหมุนอยู่บนหัวอัดของเครื่อง วัตถุดิบจะถูกอัดอยู่ระหว่างลูกกลิ้งและพื้นผิวของหัวอัด อัดผ่านลงสู่หัวอัด เมื่อเม็ดชีวมวลโผล่พ้นออกจากหัว

รูปที่ 3.5 การทำงานของเครื่องอัดชีวมวล

5) วัตถุดิบออกจากเครื่องอัดเชื้อเพลิงชีวมวลหลังจากอัดวัตถุดิบออกออกจากเครื่องอัดชีวมวลมในรูปเป็นแท่ง

รูปที่ 3.6 วัตถุดิบออกจากเครื่องอัดเชื้อเพลิงชีวมวล

6) นำชีวมวลอัดแท่งไปตากแดดเมื่อนำชีวมวลไปตากแดดจะทำให้เม็ดชีวมวลไม่เกิดการแตกหัก

รูปที่ 3.7 นำชีวมวลอัดแท่งไปตากแดด

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยที่ให้ผลผลิตประมาณ 4.9 ล้านไร่ เพิ่มขึ้นจาก 4.6 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2559 ซึ่งแนวโน้มการขยายพื้นที่เพื่อปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น โดยร้อยละ 90 ของพื้นที่ปลูกปาล์มอยู่ที่บริเวณภาคใต้เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม จังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกมากที่สุด คือ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และนครศรีธรรมราชตามลำดับ

เมื่อต้นปาล์มอายุครบ 25 ปี จะต้องมีการจัดการทำลายต้นปาล์มหมดอายุ โดยในปัจจุบันใช้วิธีการโค่นทิ้งแล้วปล่อยไว้ให้ผุเปื่อยไปเองหรือเผาทิ้งซึ่งไม่สามารถทำลายได้หมด เพราะปาล์มมีความชื้นสูงมาก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอีกด้วย

4.1 การใช้ประโยชน์จากต้นปาล์มหมดอายุ

ปัจจุบัน มีการนำเนื้อไม้ส่วนลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันที่หมดอายุการให้ผลผลิตแล้ว ซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งทางการเกษตรมาสร้างเป็นไม้แผ่นสำเร็จรูปที่มีคุณสมบัติสวยงามด้วยลายไม้เฉพาะตัวตามธรรมชาติของต้นปาล์ม และมีความแข็งแรงจนสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุตกแต่งบ้าน หรือ เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ของใช้ อาทิเช่น กล่องบรรจุภัณฑ์อาหาร ขนม ฯลฯ

พลังงานชีวมวล

พลังงานชีวมวลเป็นพลังหมุนเวียนที่สะอาด มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เนื่องจากมีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงประเภทอื่นที่มาจากฟอสซิล ไม่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและลดภาวะโลกร้อน พลังงานชีวมวลมีแนวโน้มได้รับความนิยมสูงขึ้นในต่างประเทศ หลายประเทศมีนโยบายผลักดันเพื่อเพิ่มการใช้พลังงานหมุนเวียนมากยิ่งขึ้น เช่น สหภาพยุโรป กำหนดเป้าหมายให้ใช้พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 20 ภายใน พ.ศ. 2563 นอกจากนี้รัฐบาลของบางประเทศกำหนดนโยบายให้โรงไฟฟ้าถ่านหินใช้เชื้อเพลิงพลังงานทดแทนผสมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ขณะนี้ประเทศเกาหลีและประเทศญี่ปุ่นเป็นลูกค้ารายใหญ่ของไทยซึ่งมีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวลสูงมากขึ้นเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศเนื่องจากมีนโยบายต้องการลดปริมาณการใช้ถ่านหินและการยกเลิกโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

พลังงานชีวมวล เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการจัดการและนำต้นปาล์มหมดอายุใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับปาล์มหมดอายุ ซึ่งถือเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มจากการขายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงาน

4.2 การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ

ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุชีวมวลก่อนผ่านกระบวนการอัดเป็นแท่ง โดยกระบวนการผลิตชีวมวลอัดเม็ด มีดังนี้

1) กระบวนการย่อย (Crushing Process)
2) กระบวนการลดความชื้น (Drying Process)
3) กระบวนการผสม (Mixing Process)
4) กระบวนการอัด (Pelleting Process)
5) กระบวนการระบายความร้อน (Cooling Process)

4.3 องค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลจากต้นปาล์มหมดอายุ

องค์ประกอบของชีวมวลหรือสสารทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ

- ความชื้น (Moisture) คือ ปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ในชีวมวล
- ส่วนที่เผาไหม้ได้ (Combustible substance) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สารระเหย (Volatiles Matter) และคาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon)
- ส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ หรือขี้เถ้า (Ash) เมื่อชีวมวลถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์แล้ว จะมีเนื้อสารบางส่วนที่ไม่ได้เผาไหม้ได้ซึ่งก็คือขี้เถ้า โดยชีวมวลแต่ละประเภทจะมีสัดส่วนของปริมาณขี้เถ้าในชีวมวลแตกต่างกัน

4.4 การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุ (n= 20)

องค์ประกอบ	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่ได้
ค่าความหนาแน่น (kg/m^3)	600 – 700	624 – 660
ค่าความร้อนสูง (kCal/kg)	3,800 – 4,300	3,887 – 4,142
ค่าความชื้น (%)	<10	8.85 – 9.68

จากผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุที่ผ่านการย่อยต้นปาล์มด้วยเครื่องย่อยต้นปาล์มและเครื่องอัดแท่งชีวมวลพบว่าค่าความหนาแน่น ค่าความร้อนสูง และค่าความชื้นอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับชีวมวลอัดแท่ง ซึ่งพบว่าต้นปาล์มหมดอายุมีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการกับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร อีกทั้งยังช่วยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันโดยการเพิ่มมูลค่าให้แก่ต้นปาล์มหมดอายุ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบของชีวมวลอัดแท่งจากต้นปาล์มหมดอายุที่ผ่านการย่อยต้นปาล์มด้วยเครื่องย่อยต้นปาล์มและเครื่องอัดแท่งชีวมวลพบว่าองค์ประกอบของชีวมวลจากต้นปาล์มหมดอายุ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อนสูง และค่าความชื้นอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยพบว่าปาล์มหมดอายุมีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้ ความพยายามในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ต้นปาล์มหมดอายุช่วยลดและเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาการจัดการของเสียจากการเกษตร และยังช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตยางพาราที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรชาวสวนยางพาราได้อีกทางหนึ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้าเกษตรเพื่อสร้างความมั่นคงทางรายได้ให้แก่เกษตรกรเพื่อการใช้ประโยชน์ต้นปาล์มหมดอายุซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์แทนการทิ้ง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำทรัพยากรต้นปาล์มหมดอายุมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรจากการขายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

โกศล มูสโกภาศ. 2556. **การพัฒนาออกแบบสร้างเครื่องย่อยเปลือกมะพร้าวแห้งเพื่อใช้ในการเพาะชำต้นกล้า**. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 5(2): 48 – 56.

โครงการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มเพื่อพลังงานชีวภาพอย่างยั่งยืน. 2553. **การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน**. สำนักงานสหกรณ์จังหวัดกระบี่.

จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และคณะ. 2548. **เครื่องหั่นย่อยทางปาล์มน้ำมัน**. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. เครื่องจักรกลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

โชคอนันต์ พันหลวง, สมมิตร นวลมา และอนุรักษ์ เทศสวัสดิ์. 2554. **เครื่องย่อยใบไม้กิ่งไม้**. ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปรุฬห์ มะยะเฉี่ยว. 2557. **การสร้างเครื่องย่อยต้นสาคู**. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 6(1): 94 – 102.

ภัควัฒน์ ใจโชติ และคณะ. 2556. **เครื่องย่อยกิ่งไม้และวัชพืช**. วิทยาลัยเทคนิคศรีสะ

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. (2526). วิชาการปาล์มน้ำมัน. ttp://www.doa.go.th. (วันที่สืบค้น 20 มิถุนายน 2560)

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2553: ออนไลน์) ทฤษฎีใบมีดและลักษณะของใบมีดตัด (วันที่สืบค้น 23 มิถุนายน 2560)

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบ

ภาพที่ 1 ต้นปาล์มหมดอายุ

ภาพที่ 2 เครื่องบดย่อยต้นปาล์มหมดอายุ

ภาพที่ 3 การบดสับต้นปาล์มหมดอายุ

ภาพที่ 4 ชีวมวลจากต้นปาล์มหมดอายุ